

Técnicas avanzadas en ferrocarriles urbanos y suburbanos

Durante los días 20, 21 y 22 de mayo se ha celebrado en Madrid un Simposio Internacional sobre Técnicas Avanzadas en Ferrocarriles Urbanos y Suburbanos.

Por su interés, presentamos a continuación las conclusiones de dicho Simposio, leídas en la sesión de clausura del mismo.

Aparte de la idiosincrasia de cada ciudad, la importancia del transporte colectivo para el ferrocarril es función primordial de la política territorial seguida.

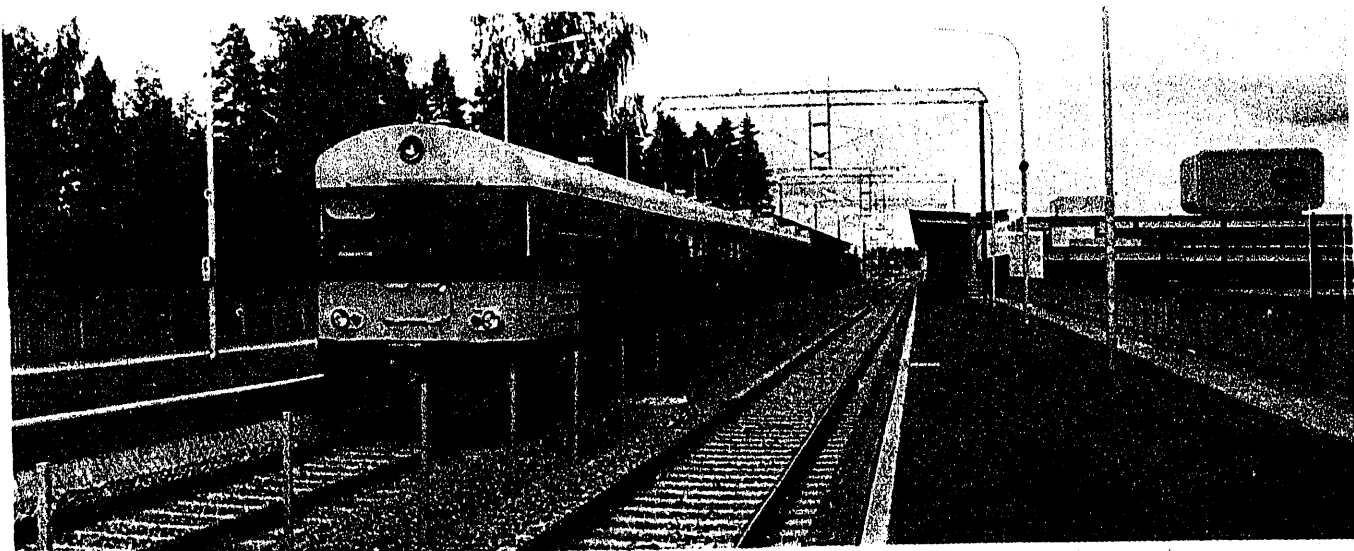
Por no haber existido una planificación integrada que armonice la estructura urbana y la del transporte, la mayoría de las ciudades medias y grandes sufren las graves consecuencias que se derivan de tal hecho, poniendo de manifiesto la necesidad de sistemas eficaces de transporte público.

Para desarrollar al máximo su potencialidad y optimizar la efectividad global del transporte urbano, el ferrocarril ha de ser considerado en el contexto de un sistema integral de transporte, en el cual actúa generalmente como núcleo central del mismo en combinación con otros modos, que cumplen en este caso el papel de transportes de concentración-dispersión. Algunas pautas para el establecimiento de esta integración, y experiencias prácticas llevadas a cabo en varias ciudades del mundo, se han explicado a lo largo de este simpo-

sio. En España fue lanzado el pasado año el Libro Blanco del Transporte, que glosa las doctrinas conceptuales que deberán regir la ordenación del transporte para conseguir la máxima rentabilidad social de las inversiones modales, bajo el determinante del objetivo común de conseguir la máxima rentabilidad social.

Existe un importante empuje por parte de los Gobiernos, impulsando los servicios ferroviarios urbanos y suburbanos, lo que al tiempo les permite sin duda obtener una gran rentabilidad política. Aquel Plan de Infraestructura Europeo de nuevas líneas de alta velocidad de la U.I.C. se ha restringido, reposando sólo en los 200 Km/h, sacrificado en holocausto de los planes de Metros y Cercanías, configurando mejores estándares de confort, frecuencia, regularidad, etc.

Es importante la tendencia a establecer organismos que centralicen la gestión de todos los transportes públicos en el área urbana y suburbana, en íntima conexión con la fuente planificadora gubernamental.



La capacidad de respuesta del ferrocarril a las exigencias que corresponden a la función que se le asigna, está claramente probada por las ampliaciones y el nuevo desarrollo de Ferrocarriles Metropolitanos y Suburbanos emprendidos en la última década, o que se encuentran ahora en fases de proyecto y construcción, de lo cual puede encontrarse continua información en cualquier revista ferroviaria que se hojee.

El simposio ha abarcado tres tipos de transporte ferroviario aplicables a la ciudad y su entorno: el ferrocarril suburbano, que se asemeja más, por su forma de explotación, a los ferrocarriles interurbanos; el ferrocarril metropolitano convencional o Metro, y los sistemas de pre-Metro, cuyo interés reside en su menor coste y la posibilidad de desarrollar el sistema por fases, adoptando sucesivas etapas de explotación a las circunstancias cambiantes.

El problema del ahorro energético hoy priva de una forma fundamental. En el ferrocarril la importancia de la energía, pieza reina en el ajedrez de la economía, se equipara ya a la de la seguridad, y ha merecido una consideración especial a lo largo de estas reuniones, como exponente de la preocupación mundial existente, manifestando ser uno de los retos a los que se enfrenta el transporte ferroviario en la ciudad. El coste de la energía ya es superior al 10 por 100 de los costes totales de la explotación y los especialistas se afanan por conseguir su reducción.

Con este resumen de primeras ideas estructurales, podemos ya pasar al análisis de las tecnologías avanzadas que han sido expuestas en este simposio, abarcando prácticamente la totalidad de los subsectores que comprende el ferrocarril.

Comenzaremos por el trazado en el que la constante del ahorro energético ha impuesto el establecimiento de las terminales en forma de lomo de

asno, se encuentren o no al mismo nivel. En este último caso se acumula el desnivel en la proximidad de la más elevada, lo cual mejora el diagrama de marcha en los dos sentidos.

Las distancias entre ejes de terminales se fijan en función de los parámetros técnicos y sociales y son función de las características del tipo de tráfico que corresponda, pudiéndose ampliar con cintas transportadoras, escaleras automáticas, etc.

Los temas expuestos en el Simposio sobre la Vía se han centrado en los sectores de sistemas de vía sobre hormigón y conservación mecanizada. Comenzaremos por la vía en placa.

Nació dirigida a la alta velocidad. La Dirección de Innovación de Renfe constituyó el tramo de ensayo Ricla-Calatorao, de 4,1 Km de longitud, cuando la presidencia de Renfe consideraba la inmediata construcción de la nueva línea Madrid-Barcelona-Port Bou, a 250 Km/h, cuyo Proyecto se encuentra terminado. Pero sus ventajas han ido ampliando su aplicación a los túneles, puentes y a las líneas de los ferrocarriles metropolitanos.

Las especiales condiciones de explotación de los ferrocarriles urbanos obligan a un desarrollo especializado de la maquinaria de conservación, con el objeto de racionalizar el empleo de mano de obra.

Pasemos a hablar del túnel. Las más recientes tendencias de diseño y ejecución de túneles se basan en sistemas que simultanean metodologías tan diferentes como la modelización matemática del terreno, utilizando el Método de los Elementos Finitos, y los métodos de cálculo sobre bases empíricas. Convergen en considerar la secuencia diseño-cálculo-ejecución-seguimiento como un proceso dinámico indisoluble.

El concepto clásico de cálculo de revestimiento se amplía, hablándose con más propiedad de cálculo de estabilidad de la obra. Todavía no se dominan las relaciones entre la deformación y los mecanismos de autosuporte que se pueden desencadenar en el terreno. Esto nos permitiría calcular el revestimiento para que resistiera solamente a aquellos esfuerzos que no pudiera absorber aquél.

El túnel se va proyectando a medida que se va construyendo. La monitorización, mediante instrumentos sencillos y manejables, permitirá realizar su prospección, no sólo para comprobar las hipótesis de proyecto y comportamiento actual, sino el que se produce en el devenir del tiempo. Así, se pueden corregir rápidamente los procesos de inestabilidad que se presentan durante la construcción.

Finalmente, hemos oído la descripción de un nuevo método de excavación de la galería, utilizando con éxito, y que permite apoyarse en los métodos de la elasticidad clásica bidimensional.



En cuanto a la climatización distinguiremos dos grupos: el primero constituido por el túnel y la terminal, y el otro, por el vehículo.

En cuanto al primer grupo, se centra en una renovación del aire global de ocho a diez veces por hora por sistema abierto o forzado en su caso. La aceptación de las condiciones ambientales exteriores en cuanto a temperatura terminan cuando se sobrepasan los 25°, en cuyo caso se incorporará un refrigerador.

En cuanto a los coches, y como elemento fundamental para el equipo de climatización, se ha extendido la utilización del convertidor estático, como fuente que eleva la fiabilidad, frente al rotativo, pero no aporta grandes ventajas todavía en cuanto a su volumen y peso. El desarrollo futuro de los componentes electrónicos deberá facilitar la disminución de peso y volumen, mejorando además el confort por la eliminación de ruidos.

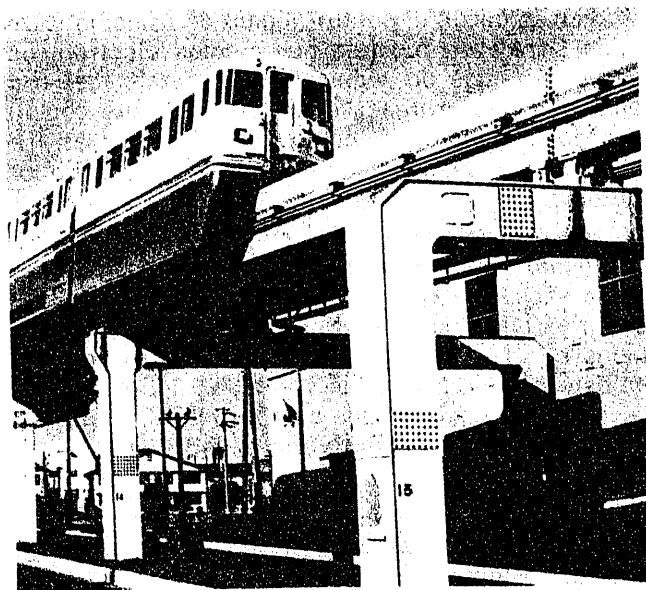
Continuando con el capítulo de instalaciones, la relación radiotelefónica tren-tierra sigue paralelamente dos cauces: su extensión y su perfeccionamiento, para mejorar la seguridad y la fluencia, tanto en el control que podríamos llamar puntual de la marcha de los trenes, como en el continuo, que forma parte del sistema lineal de conducción automática ORE A.46 y otros particulares de gran interés especialmente concebidos para ferrocarriles metropolitanos y orientados a la conducción automática. La Dirección de Innovación de Renfe ha establecido tramos de ensayo tanto del sistema puntual, 61 Km, como del continuo, 29 Km, sobre los cuales se están realizando pruebas.

En cuanto al tercer carril, los nuevos conductores en aluminio reducen las pérdidas de energía y, por su menor peso, reducen el volumen y coste de los elementos de soporte del mismo.

En el dominio del material rodante, las innovaciones que se incorporan para mejorar sus prestaciones operativas y de confort se extienden prácticamente a la totalidad de los elementos del vehículo.

Interesantes han sido las exposiciones que sobre la caja hemos tenido el placer de escuchar. Su construcción en aleación ligera tan interesante desde el punto de vista del consumo energético, se realiza según la técnica constructiva más reciente, en base a perfiles de aluminio por extrusión de igual longitud que la de la caja. Este proceso que ha superado importantes problemas de soldadura, permite una gran economía de montaje, aunque subsisten inconvenientes en cuanto a conservación.

La incorporación del aluminio en la nueva District Line del ferrocarril metropolitano de Londres ha supuesto un ahorro del 40 por 100 en peso, lo cual representa una reducción en el consumo de energía del 25 por 100 con el mismo servicio.



El desarrollo de los nuevos sistemas de puertas que hemos visto, además de aportar aislamiento acústico, una maniobra más rápida, y a la vez más regular, posibilitan espesores de pared de caja muy reducidos.

En cuanto a suspensión neumática varias han sido las comunicaciones presentadas. Se han expuesto estudios sobre las características del material que constituye la propia suspensión lateral y se van ampliando, mediante la realización de medidas de Y y Q, poniendo de manifiesto las ventajas que aporta en cuanto a seguridad al descarrilamiento. Se ponen de relieve las ventajas de estos tipos de suspensión, ya incorporada en varios tipos de vehículos, tanto urbanos como suburbanos, desde hace tiempo.

En cuanto a los equipos de tracción recordaremos que la aportación recibida por los ferrocarriles urbanos y suburbanos con los equipos chopper ha supuesto una reducción del consumo energético que algunos cifran en el 30 por 100. Piénsese en que un metropolitano realiza su arranque y frenado con una periodicidad de un minuto. La industria española, como se ha visto, ha presentado el desarrollo y puesta en servicio en el ferrocarril metropolitano de Madrid, de un equipo de diseño completamente nacional que utiliza el tiristor de conducción inversa, a 600 V y 750 kW.

La tracción por motores asíncronos trifásicos alimentados por ondulator a frecuencia y tensión variables, es un objetivo indeclinable que tienen planteados también estos tipos de ferrocarril.

En el área del antipatinaje y deslizamiento hemos visto trabajos realizados con un sistema moderno que incorpora un microprocesador sobre vehículo metropolitano de cuatro ejes con tracción independiente.

Por su parte, el control lógico de tracción y frenado se realiza también por medios electrónicos. Estos sistemas de regulación de marcha del tren por velocidad prefijada pueden recibir sus consignas del conductor, o, como es cada vez más frecuente, del equipo centralizado de Conducción Automática.

Nuestra opinión es que en este campo se han producido adelantos tan sensibles en los últimos cinco años, que las tecnologías anteriores hay que abatirlas por obsoletas. Nos encontramos ya asentados en el umbral de unos cambios sustanciales en este campo, con la incorporación del micro procesador que confiere dos características importantes: la simplicidad y su versatilidad.

Respecto al ahorro de energía, uno de los objetivos primordiales es la recuperación de la energía cinética, para lo que se utilizan dos sistemas, el almacenamiento de energía a bordo del vehículo o en subestación, mediante volantes de inercia o baterías, y el frenado regenerativo.

En cuanto al primer sistema, la London Transport sigue realizando ensayos sobre los volantes de inercia con marchas en deriva, pero la energía neta recuperada no compensa por el momento los gastos complementarios que exigen los equipos recuperadores.

En cuanto al frenado regenerativo, mucho más lógico, los ferrocarriles han vivido de espaldas a la cuestión. Las Administraciones europeas no han mostrado nunca ningún interés por el tema y Renfe tampoco. Ha sido recientemente para su extensión masiva, por su importancia en los sistemas con paradas muy frecuentes, cuando se incluye la cuestión en unas investigaciones de ámbito energético que va a realizar el ORE, según se acordó en nuestra última reunión de abril.

La optimización de marcha aprovechando los márgenes de regularidad es otro de los medios que puede contribuir activamente al ahorro energético. Sobre este mismo tema hemos tenido ocasión de ver las soluciones adoptadas y en estudio por grandes metropolitanos, como el Metro de Nueva York.

La racionalización de los parámetros característicos de los vehículos aportan partidas positivas importantes en el balance energético.

Se nos ha mostrado con sencillez que la reducción del 20 por 100 del peso ahorra cerca del 13 por 100 de energía y una reducción del 20 por 100 de la velocidad en la puesta en marcha o en el frenado, ahorra cerca del 30 por 100 de energía.

El lanzamiento de la energía desde la subestación eléctrica o la red comercial ofrece algunas dificultades que se centran en la potencia reactiva absorbida y los armónicos que se inyectan. Ya en el Congreso del pasado 1979 en Helsinki se trató esta cuestión, sin que se consiguiera alcanzar avances significativos.

De todas formas no parece lejano el día en que al monitrol de la regulación de tráfico por ordenador, y a la conducción automática de los trenes, vamos pronto a superponerle el diálogo de los ordenadores centrales y los microprocesadores a bordo de los vehículos para optimizar el consumo de energía, y la regeneración de la misma vertida a los tramos necesitados o a la red general.

Se nos ha informado sobre el Metro de Lille que entrará en funcionamiento en 1983 y que posee unas importantes características innovadoras dentro del contexto convencional. Yo recuerdo que poseía ficha de 350 sistemas trenes no convencionales, todos los cuales quedaron prisioneros en las mentes de sus inventores, pues por lo visto no ofrecían aspectos atractivos para su explotación. Por ésto, ver que el VAL se va a unir a los muy pocos que se encuentran en explotación, constituye en sí una noticia. La más notable de sus aportaciones en la cibernización completa de su explotación.

La elevación continua de los costes de la mano de obra obliga a las Administraciones al campo de la automatización en su carácter global, que abarca desde las funciones tradicionales de seguridad hasta otras funciones de explotación que han venido siendo desempeñadas de forma manual. Aunque no se alcance aún el nivel de automatización completa con la desaparición de las funciones tradicionales del personal de tren y estaciones propuesta por el sistema VAL, los ferrocarriles metropolitanos más modernos (Sao Paulo, Hong-Kong, Hamburgo, Madrid, etc.) cuentan con sistemas de elevada automatización, que incide fundamentalmente en la explotación.

Sólo me resta agradecer a todos aquellos que han hecho posible la celebración de este simposio la ayuda prestada:

Al staff de A.I.T., dirigido por el señor Arrimadas que ha resuelto los innumerables problemas que ha planteado la organización. A los conferenciantes, por su presencia y la alta calidad de sus exposiciones. A las presidencias de sesión y a todos los asistentes, por su participación y contribución. A los servicios de intérpretes, azafatas y demás equipos auxiliares de la sala por su colaboración.

Ha sido inestimable la actuación del Comité de Dirección de la organización que definió el mensaje y orientación de las actividades que han integrado estos actos.

En especial quiero agradecer al señor ministro de Transportes por haber patrocinado este simposio y por la realización de la apertura que, en su nombre, hizo el director General de Transportes Terrestres, don Pedro González Haba. Por último, y muy especialmente, al señor Carbonell, vicepresidente del Consejo de Renfe, que nos honra con su presencia y que va a proceder a realizar la clausura de estas sesiones.